

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-261703

(43)Date of publication of application : 17.09.1992

(51)Int.Cl.

B23B 27/20

B23P 15/28

C04B 35/52

// C23C 16/26

(21)Application number : 03-023342

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 18.02.1991

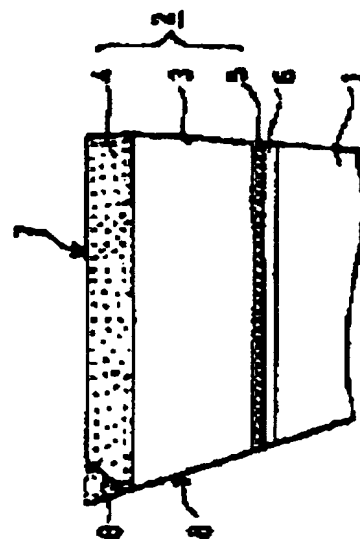
(72)Inventor : NAKAMURA TSUTOMU  
NAKAI TETSUO

## (54) POLYCRYSTAL DIAMOND CUTTING TOOL

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To increase defect resistance, wear resistance and heat resistance, by forming the growth face side of a polycrystal diamond layer in  $5\mu\text{m}$  to  $20\mu\text{m}$  film thickness composed by a low pressure vapor phase method as the rake face of a tool.

**CONSTITUTION:** A lamination body having a diamond sintered body 3 whose mean particle size is in  $0.1\text{--}1.0\mu\text{m}$  and a polycrystal diamond layer 4 whose film thickness composed by a low pressure vapor phase method is in  $5\mu\text{m--}20\mu\text{m}$  on the surface thereof, is used as a polycrystal diamond cutting tool raw material. And, the growth face side of the polycrystal diamond layer 4 is taken as the rake face 7 of the tool.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-261703

(43) 公開日 平成4年(1992)9月17日

(51) Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 B 27/20		7632-3C		
B 2 3 P 15/28		Z 7041-3C		
C 0 4 B 35/52	3 0 1 A	7310-4G		
// C 2 3 C 16/26		7325-4K		

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全 5 頁)

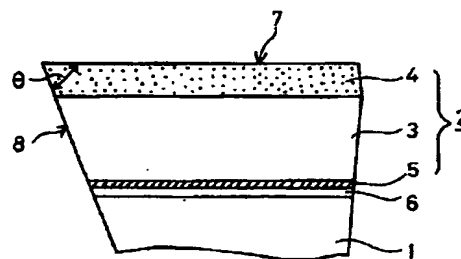
(21) 出願番号	特願平3-23342	(71) 出願人	000002130 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(22) 出願日	平成3年(1991)2月18日	(72) 発明者	中村 勉 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友 電気工業株式会社伊丹製作所内
		(72) 発明者	中井 哲男 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友 電気工業株式会社伊丹製作所内
		(74) 代理人	弁理士 深見 久郎 (外4名)

(54) 【発明の名称】 多結晶ダイヤモンド切削工具

## (57) 【要約】

【目的】 この発明は、鋭利な刃先を持ち、かつ耐摩耗性、耐欠損性、耐熱性に優れた多結晶ダイヤモンド切削工具を得ることを目的とする。

【構成】 多結晶ダイヤモンド切削工具は、工具素材として、その平均粒子径が0.1～10μmのダイヤモンド焼結体と、その表面上に低圧気相法により合成された膜厚が5μm～20μmの多結晶ダイヤモンド層とを有する積層体を用いている。刃先部のくさび角は40°～70°に形成されている。



- |               |          |
|---------------|----------|
| 1: 工具支持体      | 5: 被覆金属層 |
| 2: チップ        | 6: 35付付部 |
| 3: ダイヤモンド焼結体  | 7: すくい面  |
| 4: 多結晶ダイヤモンド層 | 8: 送り面   |

(2)

特開平4-261703

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 工具素材として、平均粒径が $0.1\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下のダイヤモンド焼結体と、前記ダイヤモンド焼結体の少なくとも1主面上に低圧気相法により合成された膜厚 $5\mu\text{m}$ 以上 $20\mu\text{m}$ 以下の多結晶ダイヤモンド層とを有し、前記多結晶ダイヤモンド層の成長面側を工具のすくい面とした、多結晶ダイヤモンド切削工具。

【請求項2】 該多結晶ダイヤモンド切削工具は、工具支持体をさらに備え、前記ダイヤモンド焼結体と前記多結晶ダイヤモンド層とを含む工具素材は、前記多結晶ダイヤモンド層の成長面側が工具のすくい面となるように前記工具支持体に接合される、請求項1記載の多結晶ダイヤモンド切削工具。

【請求項3】 前記工具素材の端面には、前記多結晶ダイヤモンド層の前記すくい面と交わる工具の逃げ面が形成され、前記すくい面と前記逃げ面とに挟まれる刃先部のくさび角が $40^\circ$ 以上 $70^\circ$ 以下である、請求項1または2に記載の多結晶ダイヤモンド切削工具。

【請求項4】 前記工具素材の前記工具支持体との接合面側には、周期律表第IVA族、第IVB族、第VA族、第VB族、第VIA族、第VIB族、第VIIA族および第VIIB族に含まれる金属または、これらの化合物のうちのいずれかからなる薄膜層が形成され、前記工具素材と前記工具支持体とがろう材で接合されている、請求項2または3のいずれかに記載の多結晶ダイヤモンド切削工具。

【請求項5】 前記ろう材は、融点が $700^\circ\text{C}$ 以上 $1300^\circ\text{C}$ 以下の材料が用いられる、請求項4記載の多結晶ダイヤモンド切削工具。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、耐摩耗性、耐欠損性および耐熱性に優れ、かつ鋭利な刃先を有する多結晶ダイヤモンド切削工具に関するものである。

【0002】

【従来の技術およびその課題】 ダイヤモンドは、硬度と熱伝導率が高いため、切削工具や耐摩工具として使用されている。しかし、単結晶ダイヤモンドは劈開するという欠点があり、この欠点を抑制するために、たとえば特公昭52-12126号公報に記載されているような超高压焼結技術を用いてダイヤモンド同士を焼結したダイヤモンド焼結体が開発されている。

【0003】 市販されているダイヤモンド焼結体のうち、特に粒径が数十 $\mu\text{m}$ 以下の微粒のものは、上記の単結晶ダイヤモンドに見られたような劈開現象が生ずることなく、優れた耐摩耗性を示すことが知られている。

【0004】 しかしながら、これらのダイヤモンド焼結体は数%~数十%の結合材を含有するため、焼結体を構成する粒子単位でチッピングが生じるという問題点があ

2

る。特に、このチッピング現象は、工具刃先のくさび角が小さくなると顕著になり、鋭利な切れ刃を持った工具の作製は極めて困難である。また、特に工具刃先のくさび角が $80^\circ$ よりも小さくなると、現状のダイヤモンド焼結体では靱性が不足し、刃付けの際にチッピングが生じるだけでなく、工具として使用時に欠損しやすくなることが知られている。

【0005】 このような問題は、粒径が小さく内部欠陥が少ないダイヤモンドを構成粒子とし、これらの粒子間結合を強固にすれば改善されと考えられる。このような観点から、結合材を含有させずにダイヤモンドだけを焼結して強固な焼結体を合成することが試みられた。しかし、ダイヤモンド粒子が変形しにくいので、粒子の間隙に圧力が伝達されず、その結果黒鉛化が生じ、ダイヤモンド-黒鉛の複合体しか得られないのが実情である。

【0006】 一方、ダイヤモンドの合成法として、近年、低圧気相法の技術の進展が目覚しく、ダイヤモンドのみからなる多結晶体の製造が可能となっている。その1つの工具形態としては、超合金やセラミックからなる母材上に多結晶ダイヤモンド薄膜を被覆したものが知られている。しかしながら、この種のダイヤモンドコーティング工具はダイヤモンド薄膜と母材との密着性に問題があるため、その用途は限定されたものである。低圧気相法を利用した多結晶ダイヤモンド工具のもう1つの工具形態は、たとえば特願昭63-34033号公報に開示されたように、厚さが $0.1\sim 3.0\text{mm}$ の多結晶ダイヤモンド薄板を工具母材に直接ろう付けするものである。

この工具は、ダイヤモンドコーティング工具で問題となった多結晶ダイヤモンドの剥離現象が生じず、従来の超高压焼結ダイヤモンド工具と同等以上の性能で使用可能である。たとえば、特願平1-237534号公報には、強度、耐熱性、耐摩耗性に優れた高靱性多結晶ダイヤモンド工具が開示されている。

【0007】 しかしながら、低圧気相法による多結晶ダイヤモンドを用いても、刃先のくさび角が $80^\circ$ よりも小さくなると鋭利な刃先形成が困難になり、また切削中に欠損しやすくなる傾向が飛躍的に改善されるものではなかった。

【0008】 このように、従来のダイヤモンド工具は、鋭利な刃先形成を行なおうとした場合、ダイヤモンド焼結体あるいは低圧気相法により合成した多結晶ダイヤモンドのいずれの素材を用いても刃先の欠損が生じ問題となっていた。

【0009】 したがって、この発明は、上記のような問題点を解消するためになされたもので、鋭利な刃先を有し、耐欠損性、耐摩耗性および耐熱性に優れた多結晶ダイヤモンド切削工具を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】 この発明による多結晶ダイヤモンド切削工具は、工具素材として、平均粒径が

3

0.1  $\mu\text{m}$ 以上10  $\mu\text{m}$ 以下のダイヤモンド焼結体と、このダイヤモンド焼結体の少なくとも1主面上に低圧気相法により合成された膜厚5  $\mu\text{m}$ 以上20  $\mu\text{m}$ 以下の多結晶ダイヤモンド層とを有している。そして、多結晶ダイヤモンド層の成長面側が工具のすくい面となるように構成されている。

【0011】切削工具の形態としては、このダイヤモンド焼結体と低圧気相法による多結晶ダイヤモンド層との2層構造体を工具本体として用いるもの、およびこの2層構造体を工具支持体に接合して用いるものがある。

【0012】また、この発明による多結晶ダイヤモンド切削工具のすくい面と逃げ面とにより構成される刃先部のくさび角は40°以上70°以下に形成されている。

【0013】さらに、この発明による多結晶ダイヤモンド切削工具は、ダイヤモンド焼結体と多結晶ダイヤモンド層とを含む工具素材の、工具支持体との接合面側に周期律表の第IVA族、第IVB族、第VA族、第VB族、第VIA族、第VIB族、第VII族および第VII族に含まれる金属またはこれらの化合物のいずれかからなる薄膜層が形成されており、さらに工具素材と工

具支持体とがロウ材で接合されている。

【0014】

【発明の作用・効果】ここでは、この発明に至る過程を参照してこの発明による多結晶ダイヤモンド切削工具の作用効果について説明する。

【0015】発明者は、たとえば特願平1-237534号に示される従来の低圧気相法により合成された多結晶ダイヤモンドを用いた切削工具の性能が不十分である原因の解析を行なった。この従来例に示される多結晶ダイヤモンドは、機械加工やあるいは化学的な処理によって溶解・分離することが可能なモリブデン(Mo)やシリコン(Si)などの基材を用い、この基材の表面上に低圧気相法を用いて多結晶ダイヤモンド層を構成し、その後、基材を多結晶ダイヤモンド層から分離させて工具素材を取出している。このような方法においては、基材の熱膨張係数と、その表面上に合成される多結晶ダイヤモンドの熱膨張係数とが異なるため、成膜後に大きな残留応力が生じる。そして、成膜された多結晶ダイヤモンド層から基材を分離した場合には、残留応力により多結晶体に変形が生ずることを確認した。また、この変形に伴って、多結晶ダイヤモンドの内部には微視的なクラックが導入され、これが工具の強度低下を招いている可能性があると考えた。

【0016】このような解析結果より、残留応力や、これに起因するクラックの発生の問題は、基材にダイヤモンド以外の物質を使用する限り回避することは極めて難しいと考えられた。

【0017】したがって、次にダイヤモンドを基材として用い、その表面上に低圧気相法により多結晶ダイヤモンドを成膜する方法を検討した。このような方法にお

(3)

特開平4-261703

4

ては、従来いくつかの類似した公知例が存在する。たとえば、特開昭60-90884号公報には、ダイヤモンド基焼結材料の表面に気相合成法によりダイヤモンド被膜層を0.2~20  $\mu\text{m}$ の平均膜厚で形成してなる切削工具および耐摩耗工具用表面被覆ダイヤモンド基焼結材料が開示されている。この従来の例では、ダイヤモンド基焼結材料に鉄族金属を結合材として5容量%以上含有するものを使用している。このような材料を基材に用いて、上記公報の例に記載の条件(基材表面温度500~830℃)で多結晶ダイヤモンドを被覆することを試みたが、基材に含まれる結合材の影響により被覆層が形成されにくく、あるいは基材と被覆層との密着強度が劣るなどの問題点が生じた。このような問題を改善する方法として示された従来の他の例として、特開昭63-69971号公報には、基材に鉄族金属結合材を除去したものをを用いるダイヤモンド被覆焼結体の製造方法が開示されている。また、特開昭63-185859号公報には、少量のSiCを結合材として含有する焼結ダイヤモンドを基材として用いる方法およびそれにより得られるダイヤモンド被膜焼結ダイヤモンドが開示されている。この発明は、上記の従来例にさらに検討を加えることにより、従来の材質では実現できなかった優れた強度を持った工具素材ならびに鋭利な刃先を有する切削工具の製造を可能としたものである。

【0018】すなわち、この発明の多結晶ダイヤモンド切削工具においては、基材として平均粒子径が0.1~10  $\mu\text{m}$ のダイヤモンド焼結体を用いている。このダイヤモンド焼結体の平均粒子径をこの範囲に規定した理由は、仮に平均粒子径が10  $\mu\text{m}$ より大きい場合には、その表面上に被覆される多結晶ダイヤモンドの粒子も粗大化し、工具作製時あるいは工具として使用する際にチップングや欠損が発生しやすくなるためである。また、0.1  $\mu\text{m}$ よりも小さい場合には、現状の焼結技術では均一な組成を呈するダイヤモンド焼結体が得られず、その結果、その表面上に被覆された多結晶ダイヤモンドの粒子も不均一なものとなり、安定した強度を持った素材が得られないからである。

【0019】また、このダイヤモンド焼結体は、被覆する多結晶ダイヤモンドの低圧気相成時にさらされる温度条件下(現状技術では一般的に700~1000℃)で変質しない耐熱性の高いものが用いられる。このような高耐熱性のダイヤモンド焼結体はたとえば特開昭53-114589号公報、あるいは特開昭61-33865号公報に記載されたものが知られている。

【0020】さらに、その表面上に合成される多結晶ダイヤモンド層との熱膨張係数のバランスを考慮して、ダイヤモンド焼結体中のダイヤモンドの含有率は80%以上であることが好ましい。このようなダイヤモンドの含有率が高い焼結体では、一般的にダイヤモンド粒子相互の直接接合が生じており、このような接合状態は、その

(4)

特開平4-261703

5

表面上に合成される多結晶ダイヤモンド層の粒子にも継続、維持される。したがって、合成される多結晶ダイヤモンドの粒子においても、各々の粒子間が明確な粒界を有さず直接結合した高靱性のダイヤモンド層が合成しやすくなる。

【0021】さらに、この発明による多結晶ダイヤモンド切削工具は、ダイヤモンド焼結体の表面上に低圧気相法により合成された、膜厚が5〜200 $\mu$ mの多結晶ダイヤモンド層が形成されている。この多結晶ダイヤモンド層は、上記のようにダイヤモンド焼結体の粒子間の直接接合を反映した高靱性を有し、かつ所定の膜厚を備えることにより、工具作製時あるいは工具としての使用時にチップングや欠損が生じるのを抑制することができる。

【0022】

【実施例】以下、この発明の実施例について説明する。図1はこの発明による多結晶ダイヤモンド切削工具の刃先部分の部分断面構造図である。なお、図示された切削工具は工具形態として、工具素材を工具支持体に接合したものが例示されている。図1を参照して、超硬合金あるいは鋼などの工具支持体1の所定領域にロウ付け部6を介して工具のチップ2が固定されている。チップ2はダイヤモンド焼結体3と低圧気相法により合成された多結晶ダイヤモンド層4と、さらにダイヤモンド焼結体3の接合面側に被覆された被覆金属層5とを備える。そして、多結晶ダイヤモンド層4の成長面側には工具のすくい面7が形成されている。さらに、チップ2の端面には工具の逃げ面8が形成されている。さらに、工具のすくい面7と逃げ面8との交差部に形成される刃先部分は、\*

原料ガス（流量）	: H <sub>2</sub>	300 sccm
	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	15 sccm
ガス圧力	: 80 Torr	
フィラメント温度	: 2250℃	
フィラメント-基板間距離	: 5mm	
基板温度	: 900℃	

合成後、回収したダイヤモンド塊体を分断して構造を観察したところ、平均結晶粒径が3 $\mu$ mで厚さが100 $\mu$ mの多結晶ダイヤモンドによって基材のダイヤモンド焼結体が被覆されている状態が観察された。このダイヤモンド塊体(A)に対し、その多結晶ダイヤモンド層の成長面に鏡面研磨加工を施した後、基材側に厚さ1 $\mu$ mのTiと厚さ2 $\mu$ mのNiとを積層・被覆し、この被覆面を接合面として超硬合金製のシャンクと融点が730℃の銀ロウを用いてろう付け接合を行なった。次に、この接合体をダイヤモンド砥石を用いた研削加工により、刃先加工を行ない、くさび角の大ききの異なるスローアウェイチップを作製した。

6

\*この両面により構成される刃先のくさび角 $\theta$ が40°以上70°以下の範囲に形成されている。

【0023】被覆金属層5は、たとえばチタン(Ti)やニッケル(Ni)などが用いられるが、さらには周期律表の第IVA族、第IVB族、第VA族、第VB族、第VIA族、第VIB族、第VII族および第VIIIB族に含まれる金属層あるいはそれらの化合物などが用いられても構わない。

【0024】多結晶ダイヤモンド層4の合成には、種々の低圧気相法の適用が可能である。たとえば、熱電子放射やプラズマ放電を利用して原料ガスの分解・励起を生じさせる方法や、燃焼炎を用いた成膜方法が有効である。また、原料ガスとしては、たとえばメタン、エタン、プロパンなどの炭化水素類、メタノール、エタノールなどのアルコール類、エステル類などの有機炭素化合物と水素とを主成分とする混合ガスを用いることが一般である。しかし、これら以外にアルゴンなどの不活性ガスや酸素、一酸化炭素、水などもダイヤモンドの合成反応やその特性を阻害しない範囲内であれば原料中に含有されていても差し支えない。

【0025】次に、具体的な実施例について説明する。

具体的実施例

熱電子放射材に直径0.5mm、長さ100mmの直線状タングステンフィラメントを用いた熱CVD法により、以下の条件で多結晶ダイヤモンドを10時間合成した。なお、基材には結合材として2容量%含有されたCoを酸処理によって溶解・抽出した、平均結晶粒径が3 $\mu$ mのダイヤモンド焼結体を用いた。

【0026】

原料ガス（流量）	: H <sub>2</sub>	300 sccm
	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	15 sccm

ガス圧力 : 80 Torr

フィラメント温度 : 2250℃

フィラメント-基板間距離 : 5mm

基板温度 : 900℃

【0027】比較として、上記と同じ条件でSi基材上に合成した厚さ0.1mmの多結晶ダイヤモンド単体を工具素材としたもの(B)、上記の実験で基材に用いたCo抽出済みのダイヤモンド焼結体を工具素材としたもの(C)、上記の実験で基材に用いたダイヤモンド焼結体のCoを抽出する前のものを工具素材としたもの(D)についてスローアウェイチップを作製した。

【0028】これらの種々の工具の刃先のチップング量を表1に示す。

【0029】

【表1】

(5)

特開平4-261703

7

8

工具No.	刃先ピッチング量 (μm)			
	くさび角 90°	くさび角 80°	くさび角 70°	くさび角 60°
本発明 A	1	3	2	3
比較 B	8	10	18	22
比較 C	15	18	25	35
比較 D	15	18	25	33

表1の結果が示すように、この発明によれば従来の研削加工では作製困難であった良好な刃立ち性を持った工具が容易に作製できることが明らかとなった。

\*【0030】さらに、これらの工具の性能を評価するために、以下の条件で切削試験を行なった。

\*【0031】

(切削条件)

被削材 : A390-T6 (A1-17%Si)  
軸方向に4本のV形状の溝が形成された丸棒  
切削速度 : 600m/min  
切り込み量 : 0.3mm  
送り速度 : 0.12mm/rev.  
冷却液 : 水溶性油剤

その結果、この発明の工具は、いずれも90分切削しても刃先の欠損を生ずることなく、良好な被削面粗度が得られた。しかし、比較工具の(B)、(C)、(D)はいずれもくさび角が70°以下になると、切削開始から10分以内に刃先の欠損が生じて使用不可能となった。

【図面の簡単な説明】

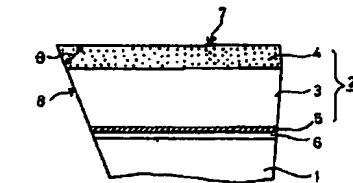
【図1】この発明による多結晶ダイヤモンド切削工具の刃先部の部分断面図である。

【符号の説明】

- 1 工具支持体
- 2 チップ
- 3 ダイヤモンド焼結体
- 4 多結晶ダイヤモンド層
- 5 被覆金属層
- 6 ろう付け部
- 7 すくい面
- 8 逃げ面

30

【図1】



- 1: 工具支持体
- 2: チップ
- 3: ダイヤモンド焼結体
- 4: 多結晶ダイヤモンド層
- 5: 被覆金属層
- 6: ろう付け部
- 7: すくい面
- 8: 逃げ面